

Capítulo 3

Sistemas de Inovação

3.1.

Considerações iniciais sobre os Sistemas de Inovação

Assim como o *Chain-Linked Model*, discutido no Capítulo 2, a Abordagem¹ de Sistemas de Inovação é designada na literatura como evolucionista ou neo-schumpeteriana. Esta abordagem reconhece o papel significativo da P&D para a inovação, considerando a inter-relação entre diversos atores e processos sociais complexos, como a principal força geratriz de uma intrincada trama da qual deriva a inovação.

Na visão de Edquist (2001), Conde & Araújo-Jorge (2003), Lundvall (2005) e Cassiolato & Lastres (2007), os aspectos teóricos relacionados aos Sistemas de Inovação têm sido utilizados, tanto como conceitos analíticos, para identificar as redes de inter-relações entre atores² dos setores público e privado, envolvidos com a geração e difusão de inovações; quanto – conforme Freeman (2005) – como instrumento de política pública ou privada para forjar e promover essas relações.

A abordagem dos Sistemas de Inovação, identificada em Lundvall (1992) e Nelson (1993), estuda a influência das instituições externas, definidas de forma ampla, sobre as atividades inovadoras de empresas e outros atores, enfatizando a importância da transferência e da difusão de idéias, experiências, conhecimentos, informações e sinais de vários tipos.

De acordo com o Manual de Oslo (OECD, 2006), os canais e as redes de comunicação pelas quais as informações circulam, inserem-se numa base social,

¹ Para Edquist (2004), uma teoria é uma estrutura acadêmica protocolar, expressada de forma altamente estilizada e moldada para permitir explorar, descobrir e verificar conexões lógicas propostas. Provê convincentes indicações no que diz respeito às suas proposições, além de relações estáveis entre variáveis. Isto exige, entre outras coisas, precisão conceitual, clareza e uma identificação clara das variáveis dependentes e independentes. Assim, na visão do autor ‘sistemas de inovação’ ainda não é uma teoria formal no sentido de prover proposições específicas capazes de observar as relações causais entre variáveis bem definidas. Neste sentido, para o autor, os termos ‘estrutura conceitual’ (conceptual frameworks) ou ‘abordagem’ (approach) apresentam-se como mais apropriados.

² Discutir-se-á na sessão 3.2.2 o papel central de Organizações e Instituições como os principais atores dos Sistemas de Inovação.

política e cultural que, simultaneamente, guiam e restringem as atividades e capacitações inovadoras. Neste contexto, a inovação é vista como um processo dinâmico em que o conhecimento é acumulado por meio do aprendizado e da interação.

É relevante destacar que esses conceitos foram introduzidos inicialmente para teorização e aplicação em Sistemas *Nacionais* de Inovação (nível geográfico de análise), mas também podem ser aplicados a Sistemas *Setoriais*, *Tecnológicos* e *Corporativos* (nível técnico de análise) ou Sistemas *Locais* de Inovação (também no nível geográfico), de acordo com o interesse da investigação, conforme se discorrerá adiante (SILVESTRE, 2006).

Ainda conforme o Manual de Oslo, da OECD (2006), as abordagens sistêmicas da inovação alteram o foco das políticas, enfatizando a interação entre diversos atores, e observam processos interativos na criação, difusão e aplicação de conhecimentos. A abordagem sistêmica ressalta ainda a importância das condições, regulações e políticas em que os mercados operam e também versam sobre o papel dos governos em monitorar e buscar a harmonia dessa estrutura.

Edquist (2001) e Marques & Abrunhosa (2005) destacam mais dois pontos relevantes acerca da abordagem sistêmica: o primeiro diz respeito ao amplo consenso entre os estudiosos da inovação no sentido de considerar a abordagem sistêmica como uma representação mais completa e apropriada da realidade; o segundo apresenta a referida abordagem como arcabouço teórico útil para guiar o decisor político (*policy maker*), em detrimento ao Modelo Linear.

3.2.

Aspectos gerais dos Sistemas de Inovação

A literatura relacionada a Sistemas de Inovação é composta por contribuições autorais desde meados da década de 1980, com destaque, dentre outras, para as obras de Lundvall (1985); Freeman (1987), Dosi *et alli* (1988); Nelson (1993) e Edquist (1997).

Particularmente, dado o esmero técnico e seu caráter didático e metódico, adotar-se-á a estrutura analítico-descritiva presente em Edquist (2001) – devidamente complementada por aportes teóricos de outros autores –, como principal balizador à discussão da teoria sobre Sistemas de Inovação.

De acordo com Edquist, em relação à sua pesquisa de 1997, o estudo publicado em 2001 traz atualizações sobre o estado-da-arte da discussão sobre Sistemas de Inovação, incorporando os principais apontamentos teóricos e empíricos, sinalizando ainda os desafios concernentes ao tema.

Neste sentido, a apresentação dos aspectos gerais relevantes à análise dos Sistemas de Inovação será feita a partir da discussão dos seguintes pontos:

- i. Conceitos preliminares: sistemas e a ciência de sistemas;
- ii. Principais componentes dos sistemas de inovação: organizações, instituições e relacionamentos;
- iii. Funções dos sistemas de inovação;
- iv. Características dos sistemas de inovação;
- v. Fronteiras e definições dos sistemas de inovação;
- vi. Críticas à abordagem.

3.2.1.

Conceitos preliminares: Sistemas e a Ciência de Sistemas

O que é um sistema? Como qualquer poeta sabe, um sistema é um modo de olhar o mundo (WEINBERG, 1975).

De acordo com Edquist (2001), na linguagem corrente e, em certa medida, também na literatura científica, o termo *sistema* é usado generosamente, porém com limitado esmero de precisão. Apesar disso, no âmbito da ciência, como respostas à pergunta “*o que é um sistema?*” é possível se fazer as seguintes considerações:

- Um sistema se consiste em dois tipos de entidades, a saber: [1.] *componentes* e [2.] *relacionamentos* entre componentes;
- A interdependência entre componentes e relações forma um todo complexo, com um objetivo global, claramente definido;
- É possível identificar as fronteiras de um sistema [sistema-alvo]. Ou seja, na análise de um sistema é possível discriminar o seu interior em relação ao resto do mundo (meio-ambiente)³, conforme Figura 11.

³ É o meio que envolve externamente o sistema. O sistema aberto recebe entradas do ambiente, processa-as e efetua saídas ao ambiente, existindo entre ambos uma constante interação. Qualquer alteração no sistema pode mudar ou alterar os elementos do ambiente. Por outro lado, essa interdependência faz com que qualquer alteração nos elementos do ambiente também possa mudar ou alterar o sistema.

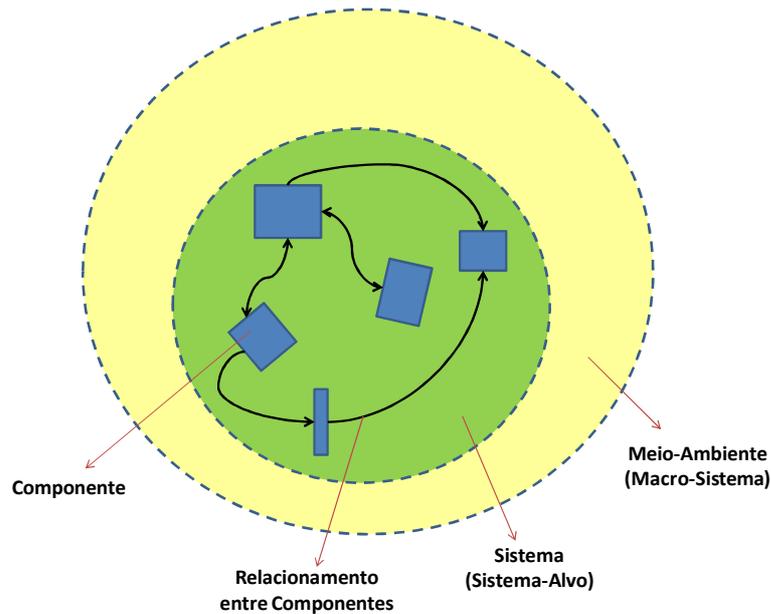


Figura 11 – Representação de um Sistema

Na concepção de Flood & Carson (1990), um modelo sistêmico é uma representação da realidade, uma maneira de ver.

Para Sá Carvalho (1994), um sistema se define através dos relacionamentos que mantém com o seu meio-ambiente. Portanto, segundo o autor, haveria na verdade apenas uma classe de elemento a descrever num modelo sistêmico: relacionamentos. Sá Carvalho complementa que esta perspectiva de enxergar os sistemas como construções baseadas em relacionamentos é um desafio na medida em que:

“[...] hábitos muito arraigados de ver o mundo como formado de ‘coisas’ ao invés de interações, de poder conceber interações, sim, mas só após visualizar as ‘coisas’ que existiriam em si mesmas (sendo sujeitos ou objetos das interações), tornam esta redução muito difícil” (SÁ CARVALHO, 1994: 7).

Segundo recomenda Sá Carvalho (1994), um sistema deve ser entendido não como “um conjunto de partes e relações dotado de um objetivo”, conforme definição comum, mas como um “todo organizado”, irredutível à sua composição interna, ainda que sua descrição contemple relacionamentos e não apenas partes.

Em seu livro “A Quinta Disciplina”, Senge (1990) identifica:

“[...] o pensamento sistêmico como uma disciplina para ver o todo. É um quadro referencial para enxergar inter-relacionamentos ao invés de eventos; para se ver os padrões de mudança ao invés de ‘fotografias instantâneas’. É um conjunto de princípios gerais – destilados durante o século XX, espalhados em campos tão diversos como Física e Sociologia, Engenharia e Gestão [...]. Durante os últimos 30 anos, estas ferramentas foram aplicadas no entendimento de um amplo espectro de sistemas corporativos, urbanos, regionais, econômicos, políticos,

ecológicos e até psicológicos. E o pensamento sistêmico é também uma sensibilidade para a interconexão sutil que dá aos sistemas vivos seu caráter único” (SENGE, 1990: 99).

Cumprir destacar que apesar de suas inegáveis aplicações contemporâneas aos campos da engenharia; economia industrial, e; ciência política – áreas de conhecimento abrangidas nesta pesquisa – a abordagem de sistemas teve sua origem nas ciências biológicas, com destaque para a obra de Ludwig Von Bertalanffy (1975), “Teoria Geral dos Sistemas”, publicada originalmente na década de 1950.

Em sua obra, Bertalanffy critica a visão particionada (disciplinar) da ciência e o isolacionismo científico, propondo um campo de conhecimento plural e transdisciplinar (Figura 12), tecendo as bases epistemológicas da Teoria dos Sistemas. Na visão do autor, um sistema é constituído por um conjunto de partes integradas, interdependentes, que formam um objeto complexo e único, com objetivo determinado.

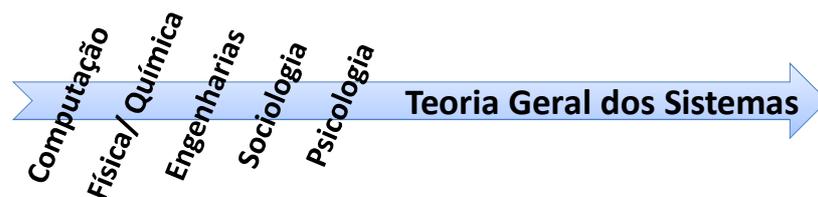


Figura 12 – Perspectiva Transdisciplinar da Teoria Geral dos Sistemas

A Teoria dos Sistemas passa a discutir a troca de influência entre as partes que compõem um todo, constituindo-se, mais do que metadisciplina, como um método de obtenção de conhecimento e abstração, e instrumento de estudo para diversas áreas da ciência e do conhecimento humano.

A Ciência de Sistemas abrange, portanto, um conjunto organizado de conhecimentos multi e transdisciplinares, orientados à compreensão de situações de alta complexidade. Ainda De acordo com Sá Carvalho, a Ciência de Sistemas é uma tentativa racional de lidar com a complexidade organizada, não através do conhecimento e controle dos componentes individuais, mas da organização subjacente à sua existência e funcionamento.

Nesse sentido, a criação de modelos representa um relevante instrumento metodológico para a representação destes sistemas, em sua complexidade.

3.2.2.

Principais componentes dos Sistemas de Inovação: organizações, instituições e relacionamentos

Conforme observa Edquist (2001):

“In the 1997 chapter, I also criticized the SI approach in several respects, saying, for example, that some concepts were used, in different and inconsistent ways, by the founding fathers of the approach and sometimes this use was characterized by unclarity and fuzziness. This is true for the concept of ‘institution’ which is used both in the sense of organizational actors (or players) and in the sense of institutional rules (or rules of the game) by different authors” (EDQUIST, 2001: 3).

Apesar da proposta de realizar uma revisão de literatura, supostamente abrangendo a diversidade apresentada na abordagem dos SIs, na pesquisa de Senker *et alli* (1999) pode-se observar a controvérsia evidenciada por Edquist:

“The main elements of the system are formal institutions (organizations), informal institutions (social and cultural values) and production systems” (SENKER *et alli*, 1999: 2).

Apesar de ser observada na literatura razoável concordância que dois dos principais componentes dos Sistemas de Inovação (SIs) são as organizações e as instituições, mesmo entre autores consagrados o significado destes termos apresenta sensíveis distinções. Por exemplo:

“[...] institutions for Nelson and Rosenberg (1993: 5, 9-13) are basically different kinds of organizations [...], while Lundvall (1992: 10) means the rules of the game when using the term institution. Hence, the term ‘institution’ is used in at least two main senses in the literature and these senses are often also confused in the literature – even by the same author. The conceptual ambiguity and fuzziness surrounding the term ‘institution’ has not been sorted out; it is an unresolved issue” (EDQUIST, 1997: 24-26).

Neste sentido, julga-se relevante uma discussão conceitual orientada ao entendimento dos conceitos adotados nesta pesquisa sobre os principais *componentes* dos Sistemas de Inovação, verificados na literatura.

As *organizações* são estruturas formais com propósitos explícitos, de criação consciente (EDQUIST & JOHNSON, 1997). São os principais *players* ou atores de um sistema-alvo. Algumas organizações importantes nos Sistemas de Inovação são as empresas (que podem ser fornecedores, clientes ou concorrentes), universidades, institutos de pesquisa e desenvolvimento, organizações de capital de risco, agências públicas de inovação, entre outras possibilidades.

Segundo Vargas (2001), as organizações podem ser classificadas de acordo com suas atividades mais relevantes nos seguintes grupos: organizações produtivas; de ensino; financeiras; de infraestrutura tecnológica (serviços tecnológicos, de pesquisa básica e aplicada, de informações técnicas e de áreas especializadas); de coordenação ou órgãos públicos.

As *instituições*⁴ (ou *normas* ou *aparatos normativos*) são compostas por hábitos, rotinas, tradições, práticas estabelecidas, regras ou leis que regulam as relações e as interações entre indivíduos, grupos e organizações (EDQUIST & JOHNSON, 1997). Tratam-se das “regras do jogo”. Exemplos importantes aparatos normativos são as leis e regras sobre patentes que influenciam as relações entre universidade e empresas.

Outro ponto importante a se considerar diz respeito ao fato de que embora todos sejam constituídos por organizações e instituições, os Sistemas de Inovação diferem substancialmente entre si. Segundo Edquist (2001), sobretudo se comparados SIs aparentemente semelhantes em países diferentes⁵, observam-se diferenças acentuadas provenientes das distinções entre funcionalidades e objetivos das organizações e instituições em cada território.

O autor considera que, em adição às leis, normas e valores variarem consideravelmente entre os sistemas, as principais funções (ou atividades) nos SIs, apesar de similares, são desempenhadas por diferentes organizações.

Liu & White (2001) reforçam a percepção de Edquist, indicando que mesmo em único país, tanto as funções das organizações, quanto das instituições podem variar, dependendo do momento social, histórico e político vivido.

“We argue that research in innovation systems, especially at the national level, is valuable and necessary for developing appropriate policies and understanding a particular actor’s behavior. However, both understanding a system and comparing

⁴ Conforme destaca Oliveira (2010: 93-94) no que concerne às controvérsias envolvendo o emprego do termo instituição na abordagem dos sistemas de inovação: “[...] de fato, há diferenças no significado da palavra *instituição* quando utilizadas na língua portuguesa e na língua inglesa. Em português a palavra essencialmente tem o sentido de ‘fundação, estabelecimento, associação ou organização’ [...] Por outro lado, em português, quando no plural (*instituições*) seu significado pode ser o de ‘leis fundamentais que regem a sociedade’. Nesse caso, há um sentido oficial ou formal que é legislativo, ou seja, configurado por ‘leis’. O verbo ‘instituir’, em português, tem o sentido de criar ou fundar organizações, enquanto que ‘institucionalizar’ significa tornar institucional (legal ou normativo), ou de tornar oficial determinada prática. A utilização desse termo em inglês é outra. Em inglês, ‘*institution*’ pode ser, por exemplo, um prédio que cumpre alguma necessidade social: um ‘asilo’”.

⁵ Institutos de pesquisa e departamentos de pesquisa de empresas podem constituir importantes organizações para um país, como o Japão, enquanto Universidades dedicadas à pesquisa são as principais organizações com esta finalidade na realidade dos Estados Unidos.

its strengths and weaknesses with other systems requires a generally applicable framework. As the discussion above shows, using such organizational categories such as ‘research institute’, ‘firm’ or ‘government’ can generate more confusion than insights, since, in different national or industrial contexts, these may have very different meanings in terms of the range of activities they undertake.

Similarly, in the socialist countries that implemented the Soviet-style of industrial organization, the distinction between ‘public’ and ‘private’ organizations and the relationship to the type of activities an organization undertakes may be very different. Some scholars have begun to address truly” (LIU & WHITE, 2001: 1093).

Após as exposições acerca dos principais componentes dos SIs, isoladamente, é relevante sopesar como se dá o *relacionamento* (a relação ou a interação) entre os referidos componentes.

A *interação entre diferentes organizações* é crucial para a constituição do processo de aprendizagem, base para o desenvolvimento de inovações. De acordo com Edquist (2001), os processos de aprendizagem (mercadológicos ou não) são constituídos por interações entre organizações, envolvendo troca de conhecimentos e colaboração, não tão óbvios como uma transação comercial (EDQUIST, 2001).

Por outro lado, o *relacionamento entre organizações e instituições* também é importante para a inovação e para a operação dos sistemas de inovação. Para Edquist (2001), as organizações são fortemente influenciadas e moldadas pelas instituições (por exemplo, o sistema legal, as normas, padrões, regulamentações). Entretanto, não se deve desprivilegiar o fato de que as instituições também são influenciadas pelas organizações (práticas contábeis específicas de cada empresa, ou práticas de relacionamento entre gestores e empregados).

Outro tipo de relação entre organizações e instituições é quando alguma *organização cria diretamente uma instituição* (normativa), como é o caso de organizações responsáveis pela criação de padrões (normas técnicas) e organizações públicas que formulam e implementam políticas de inovação (EDQUIST, 2001).

Finalmente, Edquist (2001) destaca ainda a possibilidade de *relacionamento (interação) entre diferentes instituições*. Por exemplo, conforme observado na coexistência de Leis de Patente e regras informais a respeito da troca de informação entre empresas. Instituições de diferentes tipos podem se apoiar e

reforçar umas as outras, como também se contradizer, representando situação de conflito.

3.2.3.

Funções dos Sistemas de Inovação

Na visão de Edquist (2001), a literatura cobre com bastante propriedade a distinção entre os componentes dos sistemas de inovação e suas atividades, individualmente. Por outro lado, o autor observa uma negligência da bibliografia em relação ao que realmente acontece em um sistema.

Para Johnson (2001), premissa inerente à perspectiva de sistemas é a noção de que todos os componentes contribuem para o objetivo do sistema – caso contrário, não seriam partes do sistema. A contribuição de um componente (ou um conjunto de componentes) para o objetivo do sistema é o que a autora denomina de *função*.

Johnson (2001: 16-18) destaca que o conceito de função pode contribuir para os estudos sobre os Sistemas de Inovação de várias de formas, à medida que:

- i. Fornece uma ferramenta para a fixação de fronteiras sistema – o que, na visão da autora, representa um problema em algumas abordagens relacionadas aos Sistemas de Inovação. A análise do sistema de inovação deve, então, incluir todos os componentes que influenciam uma ou mais das funções identificadas para o objeto de estudo (por exemplo, um produto ou tecnologia). Isto significa que as fronteiras não estão definidas, *a priori*, à nação, à região ou à tecnologia, e que diferentes níveis de análise podem ser combinados.
- ii. Pode ser utilizado como uma ferramenta para descrever o estado atual de um sistema. Os mecanismos que, em uma situação particular, induzem ou bloqueiam as funções podem ser identificados e, possivelmente, estimulados e removidos, respectivamente (através da política e / ou estratégias).
- iii. Pode ser útil quando se estuda a dinâmica do sistema de inovação. Ou seja, mapear o ‘padrão funcional’, ao longo do tempo, é um mecanismo contributivo para a compreensão da trajetória percorrida pelo sistema. Assim, o conceito pode proporcionar alguma estrutura

analítica para um processo que é muitas vezes difícil de descrever e, assim, contribuir para a compreensão de como os sistemas de inovação emergem e se modificam.

- iv. Permite avaliar o desempenho de um sistema de inovação, por exemplo, em termos de como este sistema tem apoiado o desenvolvimento de uma nova indústria. Isto pode ser feito através da análise da ‘funcionalidade’ do sistema, identificando o quão bem as funções foram desempenhadas, o que, naturalmente, exige uma definição do que significa ‘desempenhadas’ no caso particular de interesse.
- v. Finalmente, centrando-se nas funções dos atores, pode haver uma dissociação em relação ao que ocorre no sistema de inovação. Isto pode ser útil em estudos comparativos, uma vez que reduz o risco de se comparar a estrutura dos sistemas, em vez de suas funcionalidades; dois sistemas podem funcionar igualmente bem, embora suas estruturas sejam totalmente diferentes (ou seja, funções podem ser desempenhadas de muitas maneiras distintas e por atores distintos). Naturalmente, o objetivo de um estudo pode ser, ao invés de se comparar a estrutura, analisar a funcionalidade do sistema.

Sinteticamente, Edquist (2001: 9) entende que as principais funções de um sistema de inovação são produzir, difundir e usar inovações. Para o autor, o ponto de análise das atividades (ou funções) dos SIs deve ser o de compreender quais são as variáveis que influenciam o desenvolvimento, difusão e uso das inovações. Ou seja, identificar quais são os determinantes da inovação.

Alinhados com o entendimento de Edquist e Johnson, em 2001, Liu & White publicaram uma pesquisa relacionada às fraquezas na abordagem de sistemas de inovação, sobretudo no que concerne à prática de se comparar sistemas nacionais de inovação, desconsiderando as particularidades das organizações e instituições de cada estado nacional.

O estudo de Liu & White (2001) identifica que toda análise de um nível de sistema (nacional, regional, setorial, entre outras possibilidades) deve começar pelo entendimento de como as funções fundamentais do processo de inovação são organizadas, distribuídas e coordenadas.

No entendimento das autoras:

“[...] we argue that changes in organizational boundaries around activities comprising the innovation system, as well as the incentive structure and capabilities of actors to undertake these activities and perform well [...] is the more important and fundamental issue. In other words, a thorough analysis should not presuppose a natural organization of these activities, and recommendations must take into account differences in initial starting conditions” (LIU & WHITE, 2001: 1092-1093).

Para Liu & White (2001) são cinco as principais funções de um sistema de inovação (conforme ilustra a Figura 13):

- Educação;
- Pesquisa & Desenvolvimento (básica; desenvolvimento experimental; engenharia);
- Implementação (manufatura);
- Uso final (consumidores dos produtos ou saídas dos processos), e;
- Relacionamento (aglutinação de competência complementar).

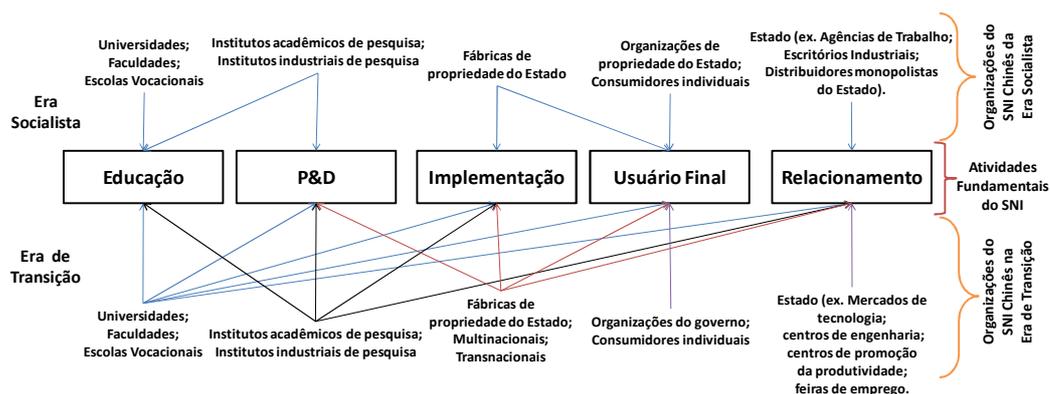


Figura 13 – Principais atividades e atores do Sistema de Inovação Chinês antes e depois das reformas

Fonte – Adaptado de Liu & White (2001: 1094)

É válido ressaltar na Figura 13 que, em distintas épocas (antes e após as reformas econômicas e políticas na China), as responsabilidades individuais pelo desenvolvimento de certas atividades dentro do sistema de inovação chinês foram atribuídas a diferentes organizações, cabendo uma observação mais aprofundada acerca dos fatores determinantes à inovação.

Johnson & Jacobsson (2001) sugerem que se possa avaliar o desempenho de um sistema de inovação através da análise de sua funcionalidade, isto é, o quanto estas funções ou atividades foram úteis para o desenvolvimento, difusão e uso de inovações.

Na visão das autoras os sistemas de inovação possuem cinco funções, a saber:

- Criar novo conhecimento;
- Conduzir a direção do processo de pesquisa;
- Fornecer recursos (i.e.: capital, competências ou outros recursos);
- Facilitar a criação de externalidades positivas (na forma de troca de informações, conhecimentos e visões);
- Facilitar a formação de mercados.

Rickne (2000) propõe uma discussão sobre que funcionalidade cada tipo de ator pode prover às novas firmas baseadas em tecnologia (NFBT). A autora desenvolve uma longa relação de 11 funções:

- Criar capital humano;
- Criar e difundir oportunidades tecnológicas
- Criar e difundir produtos;
- Incubar (no sentido de prover facilidades, equipamentos e suporte administrativo);
- Facilitar a regulação para tecnologias, materiais e produtos que possam alargar o mercado e/ ou desenvolver o acesso ao mercado;
- Legitimar tecnologias e firmas;
- Criar mercados e difundir conhecimento de mercado;
- Desenvolver redes de relacionamento;
- Gerir a tecnologia, o mercado e a pesquisa de parceiros;
- Facilitar o financiamento;
- Criar um mercado de trabalho que as novas firmas baseadas em tecnologias possam utilizar.

O próprio Edquist (2005 *apud* Lundvall, 2005: 13), elenca as 10 funções que podem ser tidas como contribuições para ou serem meios para a inovação:

- Pesquisa e desenvolvimento*;
- Construção de competências*;
- Formação de novos mercados produtores;
- Articulação de demandas dos usuários;
- Criação e mudança de organizações;
- Redes ao redor de conhecimento;

- Criação e mudança de instituições;
- Incubação de atividades*;
- Financiamento à inovação*;
- Serviços de consultoria*.

É relevante destacar que, conforme já sinalizado por Edquist (2001), Johnson (2001) e Liu & White (2001), entre outros autores, algumas funções de um SI – por exemplo, as sinalizadas com asterístico (*) – podem ser diferentemente organizadas em distintos sistemas de inovação.

Sobre a relação de Edquist, Lundvall (2005) ressalta que os elementos sem o asterístico (*) são difíceis de serem percebidos como atividades e, conseqüentemente, difíceis de serem organizados por algum tipo específico de organização. Assim, uma adesão irrestrita às funções propostas por Edquist pode ser uma decisão não muito acertada, uma vez que outras funções – mais apropriadas, na visão Lundvall – poderiam ser incluídas nesse rol de fatores que influenciam a inovação, como:

- Competição;
- Abertura ao comércio internacional e ao fluxo de capitais;
- Dinâmica do mercado de trabalho;
- Sistemas de bem-estar social;
- Qualidade do capital social.

Lundvall (2005) critica as funções dos SIs propostas por Edquist, indicando aspectos sub-considerados ou desprezados nesta abordagem, como a não homogeneidade entre as funções e ausência de relacionamento mútuo:

“The listing reminds of the ‘growth accounting’ exercises where attempts were made to reduce the relative size of the ‘residual’. It has in common with such efforts a certain agnostic approach where all factors are treated as equally important and without systematically linking them to each other [...]. This is reflected in the disturbing lack of consistency in the list, i.e. the heterogeneous character of its elements. This reflects that, Edquist actually exaggerates what we do not know and defers from drawing upon what we do know regarding innovation” (LUNDVALL, 2005: 13).

De forma contemporizadora, Edquist (2001) observa que há importantes similaridades e algumas diferenças entre as listagens de funções ou atividades dos SIs. Para o autor, isto revela que este campo de estudo ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento e que as listagens foram propostas mais com base na intuição, do que a partir da evidência empírica do fenômeno.

Na visão de Edquist, uma vez que as inovações são fruto de multi-causalidades, um estudo empírico sobre as funções dos sistemas de inovação é relevante para que se possa fazer uma distinção entre os determinantes centrais e periféricos à inovação. Em paralelo, é importante notar que diferentes determinantes não podem ser explicados de forma independente, uma vez que podem se suportar ou reforçar, reciprocamente. Entretanto, recomenda o autor, é interessante que seja estabelecida uma “hierarquia” de causas (reconhecendo a redução metodológica necessária para esta categorização).

Para ilustrar, Edquist (2001) sinaliza que:

“The array of determinants and the relations between them can also be expected to vary between different kinds or categories of innovation, e.g. the determinants will probably vary between process and product innovations, as well as between incremental and radical innovations” (EDQUIST, 2001: 11).

3.2.4.

Características dos Sistemas de Inovação

Analisar-se-ão neste tópico características subjacentes aos sistemas de inovação, *lato sensu*, desconsiderando-se as particularidades de seus distintos níveis de análise – que serão aprofundadas na sessão intitulada “Definições e Fronteiras dos Sistemas de Inovação”.

Na literatura são identificadas, prioritariamente, três grandes pontos de convergência em relação às características gerais dos SIs (SENKER *et alli*, 1999; EDQUIST, 2001; CONDE & ARAÚJO-JORGE, 2003; SBICCA-FERNANDES, 2004; LONGO, 2005; MARQUES & ABRUNHOSA, 2005; LUNDVALL, 2005; TIGRE, 2006; CASSIOLATO & LASTRES, 2007), a saber:

- i. Foco na interdependência e não-linearidade;
- ii. Desenvolvimento de modo evolucionário;
- iii. Foco na inovação a partir de processos de aprendizagem, e;

A seguir, estas características serão discutidas, individualmente.

3.2.4.1.

Foco na interdependência e não-linearidade

A complexidade da dinâmica da inovação segundo a abordagem dos SIs reside no fato de que, ao contrário das primeiras teorias, a inovação não é

assumida como um processo linear, que vai da pesquisa básica para a pesquisa aplicada e, finalmente, para as etapas de desenvolvimento e manufatura.

Segundo a literatura de SIs, a dinâmica de geração e difusão de inovações, envolve mecanismos altamente complexos de *feedback* e relações interativas entre diversas organizações e instituições (vendedores, competidores, produtores de recursos – incluindo conhecimento e financiamento), contando ainda, por exemplo, com as universidades, escolas, institutos de treinamento e agências governamentais. Adicionalmente, experiências de consumidores, trabalhadores, engenheiros e representantes de venda podem influenciar a direção dos esforços de inovação (SBICCA-FERNANDES, 2004; CAMPOS *et alli*, 2002).

Diante desta complexidade, assume-se que a firma não inova de maneira isolada e, deste modo, não faz sentido observar a inovação como resultado apenas de decisões intra-firma. A interdependência entre uma considerável gama de organizações e instituições, representa um dos pilares da abordagem dos SIs.

De acordo com Sbicca-Fernandes (2004), a abordagem de SIs transcende a cadeia de causa e efeito que se inicia com P&D e termina com o aumento da produtividade, mediada pela inovação e difusão. A autora indica que até é possível existir esta relação, mas a perspectiva de SIs não captura, em geral, os determinantes da inovação de maneira satisfatória (conforme EDQUIST, 2001: 8 – 13). O sistema é dinâmico e seus elementos reforçam-se mutuamente ou, ao contrário, combinam-se de tal modo que bloqueiam os processos de aprendizagem e inovação.

3.2.4.2.

Os Sistemas de Inovação se desenvolvem de modo evolucionário

A abordagem dos SIs é caracterizada na literatura como de caráter neoschumpeteriano (ou evolucionista), na medida em que reconhece na dinâmica de interações (formais e informais) entre organizações e instituições, um campo profícuo para a construção de novas competências e habilidades organizacionais e tecnológicas (CASSIOLATO & LASTRES, 2007).

Nesse sentido, a perspectiva histórica e evolutiva se apresenta como uma característica marcante dos SIs. Em linha geral, o processo interativo e intrincado de amadurecimento da invenção técnica, passando pela transformação numa

inovação economicamente significativa, até se chegar à difusão da inovação no mercado, se desenrola no longo prazo.

Assim, os processos de inovação carregariam consigo certa “memória”, sendo influenciados pelas decisões, opções e estratégias adotadas em percurso histórico anterior, desenvolvendo-se segundo *trajetórias*⁶ particulares. Dessa forma, enquanto processo evolutivo, o resultado final não é claro durante o desenrolar do processo (mesmo para os atores mais intimamente envolvidos).

No Quadro 03, extraído de Tigre (2006: 63), observa-se um exemplo da perspectiva evolucionária da inovação.

A bitola das ferrovias (distância entre os dois trilhos) nos Estados Unidos é de 4 pés e 8,5 polegadas.

Por que esse número “mágico” foi utilizado? Porque essa era a bitola das ferrovias inglesas e como as americanas foram construídas pelos ingleses, esta foi a medida utilizada.

Por que os ingleses usavam essa medida? Por que as empresas que construíram os vagões eram as mesmas que construíram as carroças, antes das ferrovias e se utilizavam dos mesmos ferramentais das carroças.

Por que essas medidas de (4 pés e 8,5 polegadas) para as carroças? Porque a distância entre as rodas das carroças deveria servir para as estradas antigas da Europa, que tinham essa medida.

E por que tinham essa medida? Porque essas estradas foram abertas pelo antigo Império Romano quando de suas conquistas, e tinham medidas baseadas nas antigas bigas⁷ romanas.

E por que as medidas das bigas foram definidas assim? Porque foram feitas para acomodar dois traseiros de cavalos!

E, finalmente... O ônibus espacial americano, Space Shuttle, utiliza dois tanques de combustível sólido (SRB – *Solid Rocket Booster*) que são fabricados pela Thiokol, em Utah. Os engenheiros que os projetaram queriam fazê-los mais largos, porém, tinham a limitação dos túneis das ferrovias por onde eles seriam transportados. Estes túneis, por sua vez, tinham suas medidas baseadas na bitola da linha.

Quadro 03 – Exemplo de *Path Dependency*: a Space Shuttle e as bitolas ferroviárias

Fonte – Tigre (2006)

A inovação, ao longo dessa trajetória, se desenvolve no tempo e as características, pré-disposições e relacionamentos históricos apresentam-se como fatores relevantes na medida em que o processo de geração, difusão e utilização

⁶ A variação nas bases de conhecimento das empresas é significativamente influenciada por um *contexto institucional* que define um sistema de incentivos que pode, por sua vez, favorecer trajetórias estabelecidas ou uma mudança de trajetória. Um sistema de incentivos que estimule a manutenção de determinada trajetória pode se tornar muito custoso para a economia em termos de estagnação e perda de competitividade, especialmente em um período em que um novo paradigma técnico-econômico está emergindo (BALESTRO, 2006).

⁷ Biga: antigo carro romano de duas ou quatro rodas, puxado por dois cavalos (MINIAURÉLIO ELETRÔNICO, v.5.12, 2004).

de inovações é, muitas vezes, “dependente do caminho” (*path dependent*)⁸. Isto significa que o acúmulo (ou reforço) de pequenos aprendizados se torna crucialmente importante como mecanismo de *feedback* positivo.

Deste modo, o Sistema de Inovação como um todo, se desenvolve cumulativamente no tempo. Assim, a possibilidade do desenvolvimento tecnológico de empresas, setores, regiões ou países depende, em parte, de se dominar o ‘estado-da-arte’ das tecnologias já em uso, compreendendo o intrincado processo organizacional e institucional histórico que culminou no desenvolvimento tecnológico (SBICCA-FERNANDES, 2004; CAMPOS *et alli*, 2002).

3.2.4.3.

Foco na inovação e nos processos de aprendizagem

Antes do ingresso nas discussões específicas sobre aprendizagem, convém que sejam feitas considerações preliminares sobre como se dá esse processo.

Para Albagli & Brito (2003), do ponto de vista conceitual:

“[...] a discussão em torno do conceito de aprendizado vincula-se à compreensão sobre a origem e evolução dos hábitos cognitivos e estruturas de compreensão nos indivíduos. Em outras palavras, envolve uma tentativa de desvendar os mecanismos de funcionamento da mente humana com relação ao processo pelo qual indivíduos formam suas opiniões e utilizam seus conhecimentos como base para suas ações e tomada de decisão (ALBAGLI & BRITO, 2003: 7)

Segundo Balestro (2006), o caráter social do aprendizado se expressa na cognição enquanto construção social vinculada a contextos interpretativos. Estes, por sua vez, dependem da linguagem e de cultura.

Conforme Schutz & Luckmann (1973), os elementos específicos do conhecimento – conteúdos típicos do estoque subjetivo do conhecimento – não são adquiridos por meio de processos de explicação, mas derivados socialmente. Assim, quando o indivíduo se depara com determinada situação, traz consigo um estoque de conhecimento (em larga medida, derivado socialmente) e um sistema socializado de relevâncias interpretacionais e motivacionais.

⁸ Indo além da simples aceitação de que o futuro contém características do passado, o conceito de *path dependency* envolve a idéia de que as especificidades históricas e o resultado das escolhas atuais ficam enraizadas na estrutura do sistema, a ponto de condicionarem sua evolução posterior (BUENO, 1996). Em outras palavras, “[...] every successive act in the development of an individual, or an institution is strongly influenced by, and dependent from, the path (experience and evolution) previously covered.” (RIZZELLO, 1997: 100).

De forma similar às colocações de Schutz & Luckmann, Marengo (1995) afirma que a base de conhecimento partilhada se forma e evolui pela interação das bases de conhecimento individuais, mas não se reduz a isso. Essa base partilhada se forma a partir das instituições sociais, tais como regras, convenções, linguagens e cultura que preservam e modificam a quantidade de saber coletivo.

Tais representações sociais se materializam nas relações sociais entre os atores, na medida em que dependem da ação do ator orientada aos demais atores. As ações sociais permitem a existência de uma memória coletiva constituída *in situ*, capaz de decodificar as informações do exterior para transformá-las em fontes potenciais de inovação (VILLAVICENCIO, 2000).

Em particular no âmbito da aprendizagem situada no contexto da dinâmica capitalista, evidenciada nos Sistemas de Inovação, Balestro (2006) afirma que:

“[...] a centralidade do aprendizado na dinâmica da economia capitalista permite se falar em uma economia do aprendizado. Dado o caráter evolucionário da economia, com mudanças incrementais e radicais, a capacidade de empresas, indústrias e regiões sobreviverem às mudanças tecnológicas está fortemente associada com sua capacidade de aprendizado. As variações na capacidade de aprendizado tendem a criar uma espécie de *learning divide*. Em outros termos, regiões e indústrias que aprendem mais possuem mais chances de sucesso na economia (DODGSON, 1993). O aprendizado, no sentido econômico, tem a ver com a maneira como as firmas constroem, suplementam e organizam conhecimento e rotinas em torno de suas atividades” (BALESTRO, 2006: 52).

Conforme sugere o supracitado autor e de acordo com a literatura estudada, observa-se que a abordagem dos Sistemas de Inovação encontra-se fortemente assentada na noção de *economia do aprendizado*, identificada originalmente em Lundvall (1996).

A economia do aprendizado visa a contribuir para uma melhor compreensão acerca dos processos de mudança na tecnologia, baseados em habilidades, preferências, organizações e instituições. Refere-se a padrões históricos específicos que fazem do conhecimento e do aprendizado insumos crescentemente importantes em todos os níveis da economia e em todas as partes da sociedade.

A noção de SIs, enquanto abordagem evolucionista, considera a firma como um “repositório de conhecimento” (NELSON & WINTER, 1982). Para esses autores, o crescimento das firmas é determinado, por um lado, pelas suas próprias características internas, tais como as suas rotinas e os seus processos de admissão e seleção – que definem processos específicos de aprendizagem e as

suas competências –, e, por outro lado, pelo ambiente em que a firma está inserida, em relação ao regime tecnológico, à estrutura produtiva, ao padrão de concorrência e ao contexto social.

De acordo com Campos *et alli* (2002), o aprendizado é um processo fundamental para a construção de novas competências e obtenção de vantagens competitivas, segundo o qual, pela repetição, experimentação, busca de novas fontes de informação ou outros mecanismos, capacita tecnologicamente as firmas e estimula suas atividades produtivas e inovativas.

Segundo Figueiredo (2004), no âmbito das firmas, costuma-se entender o conceito de aprendizagem em dois sentidos:

“O primeiro refere-se à trajetória de acumulação de capacidade tecnológica. Essa trajetória pode mudar com o tempo: podem-se acumular capacidades tecnológicas em diferentes direções e a diferentes velocidades. O segundo sentido diz respeito aos vários processos pelos quais conhecimentos técnicos (tácitos) de indivíduos são transformados em sistemas físicos, processos de produção, procedimentos, rotinas e produtos e serviços da organização. O termo aprendizagem é aqui entendido neste último sentido. Doravante, entenda-se por aprendizagem o processo que permite à empresa acumular capacidade tecnológica ao longo do tempo” (FIGUEIREDO, 2004: 328).

Ainda segundo uma perspectiva utilitarista da aprendizagem, de acordo com Albagli & Brito (2003), o conceito de aprendizado está associado a um processo cumulativo através do qual as firmas ampliam seus conhecimentos, aperfeiçoam seus procedimentos de busca e refinam suas habilidades em desenvolver, produzir e comercializar bens e serviços.

Lundvall (1992) descreve o processo de aprendizado enquanto desenvolvimento de habilidades tanto em nível organizacional, quanto pessoal. Para Lundvall (1995), a aprendizagem é uma atividade social orientada à busca de solução de problemas complexos que envolvem a interação entre organizações e pessoas, resultando na criação de novas competências.

Segundo Tigre (2006), a aprendizagem pode ser definida como um processo no qual a repetição e a experimentação fazem com que, ao longo do tempo, as tarefas sejam efetuadas de forma mais rápida e melhor e que as novas oportunidades operacionais sejam efetivamente experimentadas. Para o autor, a aprendizagem é cumulativa e coletiva (não somente no âmbito da firma) e depende fundamentalmente de rotinas organizacionais codificadas ou tácitas.

Para Dodgson (1996 *apud* Campos *et alli*, 2002: 3):

“[...] a aprendizagem pode ser descrita como as formas [pelas quais] as firmas constroem e organizam conhecimentos e rotinas em torno de suas competências e dentro de sua cultura, e adotam e desenvolvem eficiência organizacional melhorando o uso dessas competências” (DODGSON, 1996: 55).

A aprendizagem não-linear, fruto da forte interação entre vários atores, e não apenas através da educação formal e P&D, é uma característica relevante dos Sistemas de Inovação (SVYANTEK & BROWN, 2000).

Lundvall (1992) enfatiza que a inovação é o principal produto (*outcome*) de um processo de aprendizagem no qual um conhecimento economicamente útil é acumulado. Nesta definição de Lundvall, a aprendizagem é vista como um processo complexo que envolve tanto a geração de um novo conhecimento quanto a combinação de conhecimentos existentes. Como consequência, a aprendizagem é tida, fundamentalmente, como um processo interativo e cumulativo, composto por conhecimentos advindos de diversos atores e realizado por meio de uma série de atividades sociais.

Segundo Nooteboom (1999), a maior importância do aprendizado construído por meio da interação, presente no processo de transferência de conhecimento tácito, faz da relação entre os atores envolvidos no processo de inovação, uma fonte de *externalidade positiva*. Trata-se de uma economia externa, de escopo cognitivo, onde o aprendizado ocorre por meio de complementaridade de estoques de conhecimento dos distintos atores.

Para Albagli & Brito (2003) aprendizado refere-se à aquisição e à construção de diferentes tipos de conhecimentos, competências e habilidades, não se limitando a ter acesso a informações.

Na abordagem de SIs, a inovação é, pois, influenciada diretamente pelos processos de aprendizagem, que pode ocorrer através de diversos mecanismos individuais, coletivos, sociais, interativos, tácitos e/ ou explícitos (LUNDVALL, 1992; NOOTEBOOM, 1999; LUNDVALL & TOMLINSON, 2001; CAMPOS *et alli*, 2002; EDQUIST, 2003; ALBAGLI & BRITO, 2003; FIGUEIREDO, 2004).

A literatura aponta alguns dos principais mecanismos utilizados pelas organizações para análise, geração e obtenção de conhecimentos, através de fontes internas ou externas à firma:

- a. Formas de aprendizado a partir de *fontes internas*:

- Mapeamento do capital humano da firma, ou seja, avaliação do nível de educação formal, treinamento e qualificação profissional dos indivíduos, orientada a potencializar a capacidade de aprendizagem da organização (processos formais de ensino-aprendizagem);
- Gestão do conhecimento organizacional, através do registro e formalização de rotinas, criação de manuais operacionais, construção de banco de dados, arquivamento da memória de projetos, entre outras oportunidades;
- Investimentos em pesquisa & desenvolvimento (P&D) realizados de forma estruturada pelas firmas com o objetivo explícito de desenvolver novos produtos e processos. Constitui o ambiente, por excelência, de geração de vantagens competitivas por parte de firmas inovadoras (*learning by searching*);
- Investimentos e esforços de pesquisa em ciência pura ou experimentação tecnológica de fronteira, sem vínculo direto com o desenvolvimento de produtos e processos. Este tipo de processo de aprendizagem por meio da exploração é relevante, pois demanda diligência no acompanhamento das tecnologias de fronteira no interior da firma, ou de mecanismos de acesso rápido a esses avanços através de vínculos entre as firmas e as universidades/ centros de pesquisa. Pode ser uma variável relevante para explicar o desempenho diferencial das firmas inovadoras (*learning by exploring*);
- Processos de aprendizagem decorrentes do acúmulo de experiências no desenvolvimento de projetos, produtos ou processos, caracterizando mecanismos informais (ou não estruturados) que também geram capacidades inovadoras às firmas (*learning by doing*).

b. Formas de aprendizado a partir de *fontes externas*:

- Análise de oportunidades de melhoria em produtos ou processos internos à firma, fruto da interação com usuários finais (*learning by using*);
- Envolvimento com outras organizações e instituições como Universidades, Institutos de PD&E, fornecedores e usuários de

produtos, entre outras possibilidades, resultando em inovações (*learning by interacting and cooperating*);

- Desenvolvimento e fortalecimento de redes sociais informais (*networking*);
- Mapeamento, análise comparativa e incorporação de melhores práticas (*benchmarking*) para desenvolvimento de produtos, projetos ou processos (*learning by comparing*);
- Aprendizado por imitação, gerado da reprodução de inovações introduzidas por outra firma, a partir de: licenciamento de tecnologia, engenharia reversa, contratação de pessoal especializado e demais formas de mobilidade de trabalhadores qualificados, entre outros (*learning by imitating*).

O Quadro 04 ilustra uma proposta de categorização dos processos de aprendizagem evidenciados na literatura, em três níveis distintos:

Aprendizagem como subproduto de atividades produtivas/ de manufatura	Aprendizagem como processo intencional e formal de obtenção de conhecimento	Aprendizagem proveniente do relacionamento e do capital social da firma
<i>Learning by doing</i>	<i>Learning by searching</i>	<i>Networking</i>
<i>Learning by using</i>	<i>Learning by exploring</i>	Processos formais de ensino-aprendizagem
<i>Learning by interacting</i>	<i>Learning by comparing</i>	<i>Gestão do conhecimento</i>

Quadro 04 – Proposta de categorização de processos de aprendizagem

Ainda em relação aos processos de aprendizagem, Albagli & Brito (2003) indicam que:

“[...] o interativo é considerado fundamental para a transmissão de conhecimento – particularmente o tácito –, sendo, portanto central à dinâmica de inovação. Ainda que as empresas permaneçam como centro dos processos de aprendizado e de inovação, estes são influenciados por contextos mais amplos. Em outras palavras, processos de aprendizado e de inovação não ocorrem num ‘vácuo’ institucional. A natureza e intensidade das interações entre diferentes atores refletem as condições do ambiente econômico e também social, cultural e institucional. Assim, a análise da dinâmica institucional de arranjos e sistemas produtivos constitui-se em elemento crucial para compreensão do processo de capacitação produtiva e inovativa” (ALBAGLI & BRITO, 2003: 8).

Na visão de Sbicca-Fernandes (2004), na medida em que a aprendizagem é predominantemente interativa e socialmente imersa, não pode ser compreendida sem o envolvimento de instituições e do contexto cultural. Neste sentido, a estrutura de análise do SI, além de sistêmica, é interdisciplinar na medida em que inclui influência de fatores institucionais, sociais, políticos e econômicos.

Como contribuição adicional, Balestro (2006) apresenta um quadro que propicia uma distinção entre tipos particulares de conhecimento (estoque cognitivo) e os respectivos processos para a incorporação deste conhecimento (aprendizagem). O Quadro 05 ilustra a correlação feita pelo autor.

Tipo de Conhecimento	Definição	Forma de Aprendizado
Saber o quê	Refere-se ao conhecimento sobre fatos (ex. quantas pessoas vivem nesta cidade?).	Por se trataram de formas codificadas, estes conhecimentos podem ser obtidos por meio de leituras, palestras, cursos, acesso a base de dados, entre outras alternativas. Este conhecimento nem sempre é adquirido por meio da interação.
Saber por quê	Implica o conhecimento sobre princípios e leis presentes nas ciências naturais e sociais. Trata-se de um conhecimento importante para as indústrias consideradas <i>science-based</i> .	
Saber como	Refere-se às habilidades, à capacidade de fazer algo. Tais habilidades estão presentes tanto em atividades manuais, como intelectuais. O 'saber como' (<i>know-how</i>) é geralmente desenvolvido no interior das organizações. No entanto, com o aumento da complexidade da base de conhecimento, a cooperação se tornou essencial para acompanhar os novos conhecimentos criados e incorporados na atividade econômica.	Por ser um conhecimento basicamente tácito, este tipo de saber é difícil de ser transferido. Expressa-se nas relações de aprendizes, onde a imitação desempenha um papel chave. Pode ser adquirido por meio do <i>learning-by-doing</i> e <i>learning-by-using</i> . É um conhecimento obtido nas práticas sociais e rotinas das organizações.
Saber quem	Tem a ver com a informação sobre 'quem conhece o que' e 'quem sabe fazer o que'. O 'saber quem' (<i>know who</i>) é essencial para aquisição de 'saber como' por meio das relações de cooperação. Relaciona-se com a capacidade de estabelecer relações com grupos especializados a fim de aprender com a sua experiência.	

Quadro 05 – Correlação entre tipos de conhecimento e formas de aprendizado

Fonte – Balestro (2006)

3.3.

Definições e Fronteiras dos Sistemas de Inovação

Conforme sinalizado anteriormente, no âmbito das discussões acerca das características dos “sistemas”, a distinção entre o ambiente interno [sistema-alvo] e o externo [meio-ambiente] é absolutamente relevante e aplicável à análise dos Sistemas de Inovação, sobretudo quando da intenção da realização de investigação empírica de determinado sistema.

Levando-se em consideração esta questão de ordem metodológica, partir-se-á para a caracterização da abordagem relacionada a Sistemas de Inovação⁹ (sentido amplo), com a intenção de, em seguida, identificar as possíveis fronteiras observáveis na literatura, suas características e níveis de abrangência, conforme ilustrado no Quadro 06:

Parâmetros de Classificação	Tipos de Abordagem	Enfoque
	Sistema de Inovação	Mais relacionado ao sistema de conhecimento; foco em conceitos como conhecimento; aprendizagem e mudanças tecnológicas; estruturas podem estar dispersas geograficamente e a inovação exerce um papel central nesta abordagem.
<i>Geográficos</i>	<i>Regional - Supranacional</i>	O foco está direcionado para as fronteiras geográficas de mais de um país (Mercosul, por exemplo).
	<i>Nacional</i>	O foco está direcionado para as fronteiras geográficas de um país (Brasil, por exemplo).
	<i>Regional - Subnacional</i>	O foco está direcionado para as fronteiras geográficas de uma região dentro de um país (ex. Sudeste do Brasil).
	<i>Local</i>	O foco está direcionado para as fronteiras geográficas de uma localidade (Sul Fluminense, por exemplo).
<i>Técnicos/ Tecnológicos</i>	<i>Setorial</i>	O foco está direcionado para um dado setor ou segmento industrial. Não apresenta delimitação geográfica definida.
	<i>Tecnológico</i>	O foco está direcionado para uma dada tecnologia. Não apresenta delimitação geográfica definida.
	<i>Corporativo</i>	O foco está direcionado para uma dada corporação. Não apresenta delimitação geográfica definida.

Quadro 06 – Principais abordagens dos Sistemas de Inovação e seus enfoques

Fonte – Silvestre (2006)

É válido ressaltar que, em aderência aos objetivos específicos deste estudo – centrado na indústria de construção naval –, serão priorizadas as discussões relacionadas aos Sistemas Nacionais e Setoriais de Inovação, dando maior enfoque a esses níveis de análise, em detrimento aos demais.

3.3.1.

Definições de Sistemas de Inovação

Na visão de Cassiolato & Lastres (2007), nos idos de 1982, Freeman já reconhecia caráter sistêmico da inovação, apontando que as decisões e estratégias tecnológicas eram dependentes de fatores que abrangiam o setor financeiro, o sistema de educação e a organização do trabalho, além da própria esfera da produção e comercialização de bens e serviços.

⁹ É válido destacar que boa parte da literatura disponível trata as discussões sobre “Sistemas de Inovação – SI” enquanto sinônimo de “Sistemas Nacionais de Inovação – SNI”, o que nem sempre se aplica. Essa característica é verificada, sobretudo em publicações das áreas de economia industrial e ciência política.

Para Freeman (1982):

“The ‘coupling mechanisms’ between the education system, scientific institutions, R&D facilities, production and markets have been an important aspect of the institutional changes introduced in the successful [national] innovation systems” (FREEMAN, 1982).

Em 1988, Freeman conceitua os sistemas de inovação como os conjuntos de instituições que contribuem para e afetam o desenvolvimento da capacidade de aprendizado, criação e uso de competências de um país, região, setor ou localidade.

Para Edquist (1997), os sistemas de inovação são:

“All important economic, social, political, organizational, institutional, and other factors that influence the development, diffusion, and use of innovations” (EDQUIST, 1997: 14).

Em 1998, Edquist *et alli* (1998 *apud* Senker *et alli*, 1999) propõem uma releitura do conceito anterior, afirmando que os SIs se consistem por atores organizacionais (firmas, universidades, padrões de configuração organizacional) interagindo entre si e com uma estrutura de regras institucionais existentes (leis, regras sociais, normas culturais, rotinas, hábitos e padrões técnicos).

De acordo com Cassiolato & Lastres (2000), um sistema de inovação pode ser definido como:

“[...] um conjunto de instituições [e organizações] distintas que conjuntamente e individualmente contribuem para o desenvolvimento e difusão de tecnologias. Tal noção envolve, portanto, não apenas empresas, mas, principalmente, instituições de ensino e pesquisa, de financiamento, governo, etc. Este conjunto constitui o quadro de referência no qual o governo forma e implementa políticas visando influenciar o processo inovativo. Em linhas gerais, tal sistema seria constituído por elementos (e relações entre elementos) onde diferenças básicas em experiência histórica, cultural e de língua refletem-se em idiossincrasias em termos de: organização interna das firmas, relação inter-firmas e relações inter instituições, papel do setor público e das políticas públicas, montagem institucional do setor financeiro, intensidade e organização de P&D, etc” (CASSIOLATO & LASTRES, 2000: 247 – 248).

Mais recentemente, Cassiolato & Lastres (2005) revisitam seu conceito de Sistema de Inovação, retomando contribuições seminais à discussão – como Freeman (1988) e Lundvall (1992) –, que destacavam o conhecimento, o aprendizado e a interatividade como as principais bases teóricas da expressão.

Para os autores:

“O ‘sistema de inovação’ é conceituado como um conjunto de instituições distintas que contribuem para o desenvolvimento da capacidade de inovação e aprendizado de um país, região, setor ou localidade – e também o afetam. Constituem-se de elementos e relações que interagem na produção, difusão e uso

do conhecimento. A idéia básica do conceito de sistemas de inovação é que o desempenho inovativo depende não apenas do desempenho de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores, e como as instituições – inclusive as políticas – afetam o desenvolvimento dos sistemas. Entende-se, deste modo, que os processos de inovação que ocorrem no âmbito da empresa são, em geral, gerados e sustentados por suas relações com outras empresas e organizações, ou seja, a inovação consiste em um fenômeno sistêmico e interativo, caracterizado por diferentes tipos de cooperação” (CASSIOLATO & LASTRES, 2005: 27).

A Figura 14 apresenta um exemplo genérico de organizações, instituições e relacionamentos (fluxos) constituintes de um Sistema de Inovação.

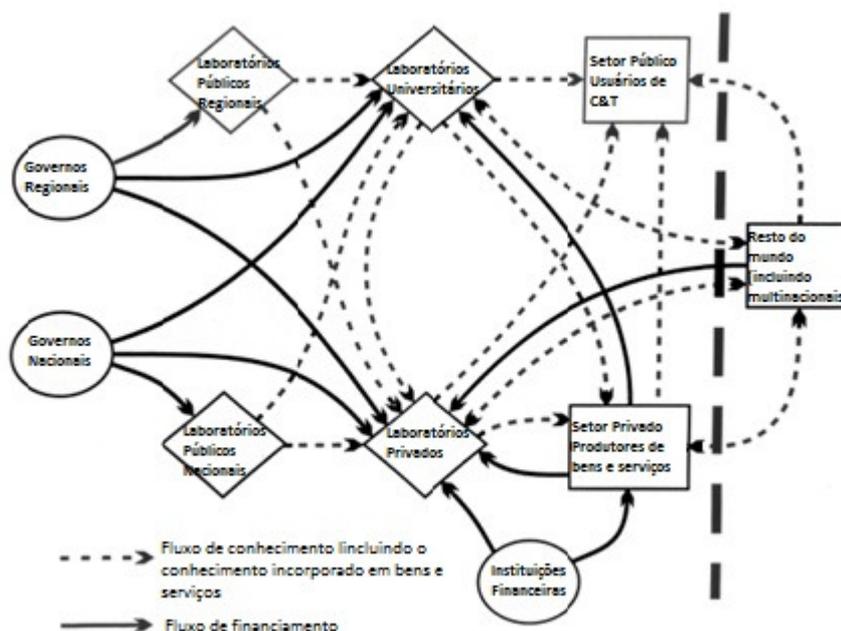


Figura 14 – Organizações, instituições e relacionamentos em um SI

Fonte – Adaptado de Holbrook (2005: 6)

Apesar da relevância de se tratar, em termos gerais, do conceito e das características dos Sistemas de Inovação, uma discussão pormenorizada dos diversos níveis (ou camadas) analisáveis destes sistemas é importante para uma melhor precisão de suas fronteiras funcionais e aspectos operacionais correlacionados.

Admitidamente, conforme ressalta Edquist (2001), o estabelecimento destas fronteiras não é fácil, nem sob a perspectiva prática, nem sob o prisma teórico. Entretanto, este esforço é contributivo para um recorte metodológico mais preciso acerca dos elementos intrínsecos [sistema-alvo] e extrínsecos [meio ambiente] ao sistema que se deseja investigar.

A despeito das confusões terminológicas, ressalta-se que a discussão relacionada a Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) é *apenas uma* dentre outras possibilidades de abordagens de sistemas de inovação.

Em termos geográficos, as fronteiras dos sistemas de inovação podem ser supranacionais, nacionais ou subnacionais (regionais ou locais) – e ao mesmo tempo serem setoriais, inscritos nestas “demarcações” geográficas, havendo várias combinações possíveis. Assim, os sistemas de inovação nacional, regional e setorial podem ser vistos como variantes da abordagem geral dos SIs. Cumpre destacar que um sistema de inovação pode ser espacial ou setorialmente delimitado (ou ambos) a depender do objeto de estudo (EDQUIST, 2001).

Para Edquist (2001), geralmente, as distintas abordagens relacionadas a sistemas de inovação apresentam mais complementaridades do que aspectos excludentes entre si. Na visão do autor, isto é natural, tendo em vista que seria uma redução equivocada se falar sobre globalização e regionalização, sem endereçar o nível nacional. Conseqüentemente, é útil se considerar os sistemas setoriais e regionais de inovação como partes do nacional.

Conforme destacado anteriormente, por questões de aderência à proposta da pesquisa, privilegiar-se-ão as discussões concernentes aos Sistemas Nacionais e Setoriais de Inovação.

3.3.2.

Fronteiras dos Sistemas de Inovação

- Fronteiras Espaciais ou Geográficas

Definir os limites espaciais de um SI, em teoria, é a tarefa mais fácil, embora apresente problemas. Estas fronteiras precisam ser definidas para os SIs regional e nacional, sendo que o problema de limites geográficos é um tanto mais complicado para um SI regional do que para um nacional.

Na visão de Nelson & Rosenberg (1993):

“On the one hand, the concept may be too broad. The system of institutions supporting technical innovation in one field, say pharmaceuticals, may have very little overlap with the system of institutions supporting innovations in another field, say aircraft” (NELSON & ROSEMBERG, 1993: 5).

Em termos espaciais, observam-se distintas oportunidades de realização de estudos que podem privilegiar desde o aspecto mais abrangente e, muitas vezes,

menos preciso relacionado às inovações (SNI) até se chegar a dimensões mais delimitadas, específicas e particulares, como no caso dos Sistemas Regionais ou Locais de Inovação. A opção por um ou outro enfoque representa uma opção metodológica do pesquisador, que pode delinear as diretrizes de seu estudo desde uma perspectiva macro até se chegar à micro (*zoom out* ↔ *zoom in*).

A Figura 15 ilustra a perspectiva de Nählinder [s/d] que contribui para uma melhor compreensão das distintas possibilidades de análise.



Figura 15 – Níveis de análise dos sistemas de inovação

Fonte – Adaptado de Nählinder [s/d]

Conforme indicado, serão discutidos somente os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), como exemplo de SI geográfico e os Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) enquanto sistemas técnicos/ tecnológicos.

- Sistemas Nacionais de Inovação (SNI)

Segundo a OECD (1997), o conceito de sistemas nacionais de inovação parte da premissa de que a compreensão sobre os relacionamentos entre os atores envolvidos na inovação é a chave para a melhoria do desempenho tecnológico de uma nação. Neste sentido, a inovação e o progresso tecnológico são os resultados de uma intrincada gama de relacionamentos entre atores que produzem, distribuem e aplicam vários tipos de conhecimento.

O desempenho inovativo de um país depende em larga escala de como estes atores – empresas, universidades, institutos de pesquisa e pessoas – se relacionam entre si, num sistema coletivo de criação e utilização de conhecimento, assim como as tecnologias que fazem uso. Estes relacionamentos podem ser na forma de pesquisa conjunta/ colaborativa, intercâmbio de pessoal, patenteamento

cruzado, aquisição de equipamentos, assim como outras possibilidades (OECD, 1997).

Em documento intitulado *National Innovation Systems*, de 1997, a OECD provê a consolidação de definições importantes sobre o tema, conforme pode ser observado Quadro 07:

Autor	Definição de SNI
Freeman (1987)	“[...] the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, modify and diffuse new technologies”.
Lundvall (1992)	“[...] the elements and relationships which interact in the production, diffusion and use of new, and economically useful, knowledge ... and are either located within or rooted inside the borders of a nation state”.
Nelson (1993)	“[...] a set of institutions whose interactions determine the innovative performance [...] of national firms”.
Patel & Pavitt (1994)	“ [...] the national institutions, their incentive structures and their competencies, that determine the rate and direction of technological learning (or the volume and composition of change generating activities) in a country”.
Metcalf (1995)	“[...] that set of distinct institutions which jointly and individually contribute to the development and diffusion of new technologies and which provides the framework within which governments form and implement policies to influence the innovation process. As such it is a system of interconnected institutions to create, store and transfer the knowledge, skills and artifacts which define new technologies”.

Quadro 07 – Definições de SNI

Fonte – OECD (1997: 11)

Outra contribuição importante advém da revisão da literatura sobre Sistemas Nacionais de Inovação realizada por Senker *et alli* (1999). De acordo com as autoras, esta abordagem não se configura como uma teoria formal, mas conformaria uma trama conceitual para a análise dos fatores que influenciam as capacidades de inovação das empresas.

Para Senker *et alli* (1999):

“The National Systems of Innovation (NSI) literature cannot be regarded as formal theory. Rather, it provides a conceptual framework for analyzing the country-specific factors influencing the innovative capabilities of companies. This framework rests on four basic concepts: innovation, learning, system and nation” (SENKER *et alli*, 1999: 1).

Em sua versão mais simplificada, a abordagem se concentra nos atores institucionais envolvidos com a produção e difusão de novos conhecimentos. Na versão abrangente, compreenderia também o sistema de P&D, o papel do setor público incluindo as políticas públicas, as relações entre empresas, o sistema

financeiro, os sistemas de educação e de formação de recursos humanos e a organização interna das firmas.

Parte significativa da literatura desse campo é composta de estudos que se dedicam a identificar a importância das interações entre os diversos atores e como essas interações apoiam o aprendizado que promove a inovação.

De acordo com Freeman (2005), o impulso dado nas pesquisas sobre Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) contribui para uma melhor compreensão das múltiplas variáveis relacionadas ao processo de inovação tecnológica, indicando possibilidades para o desenvolvimento de políticas públicas e/ ou privadas.

Lastres & Cassiolato (2000) consideram que a utilidade do conceito de Sistemas Nacionais de Inovação reside no fato de que esta abordagem trata explicitamente de questões importantes, ignoradas em modelos mais antigos de mudança tecnológica – especificamente o da diversidade e do papel dos investimentos intangíveis em atividades de aprendizado inovativo. Além disso, e a partir da consideração que uma diversidade significativa existe entre os países e instituições na forma, nível e padrão dos investimentos em aprendizado, focalizam-se particularmente as ligações entre instituições e suas estruturas de incentivos e capacitações.

Para Marques & Abrunhosa (2005), identifica-se na literatura, comumente, cinco grupos de atores presentes nos Sistemas Nacionais de Inovação, a saber:

- Empresas;
- Entidades de ensino, de formação e de P&D. No contexto brasileiro, correspondem: às universidades e institutos de engenharia e tecnologia, o ensino de nível médio, as escolas técnicas e profissionais, os centros de formação, as unidades de pesquisa universitárias, as incubadoras (ancoradas na universidade), os laboratórios de pesquisa, etc.;
- Organizações de interface e apoio tecnológico: centros tecnológicos, centros de transferência de tecnologia, parques de ciência e tecnologia, incubadoras, institutos de novas tecnologias, unidades de apoio empresarial, empresas de consultoria, associações empresariais e sindicais, etc.;

- Sistema financeiro: bancos e seguros, mercados financeiros, empresas de capital de risco, “*business angels*”, sociedades de investimento, sociedades de garantia mútua, etc.;
- Instituições públicas, a que correspondem, no caso brasileiro: Ministério da Fazenda, Ministério da Ciência e da Tecnologia, Ministério da Educação, agências estatais (FINEP, CAPES, BNDES, CNPq...), etc.

Para os referidos autores, a abordagem dos SNI indica também que estes sistemas comunicam-se uns com os outros, sendo considerados sistemas abertos. Esta comunicação é particularmente importante para as pequenas economias abertas ao exterior, pois lhes permite absorver novo conhecimento e novas tecnologias provenientes de sistemas mais avançados.

A Figura 16 ilustra esquematicamente o conceito de SNI.

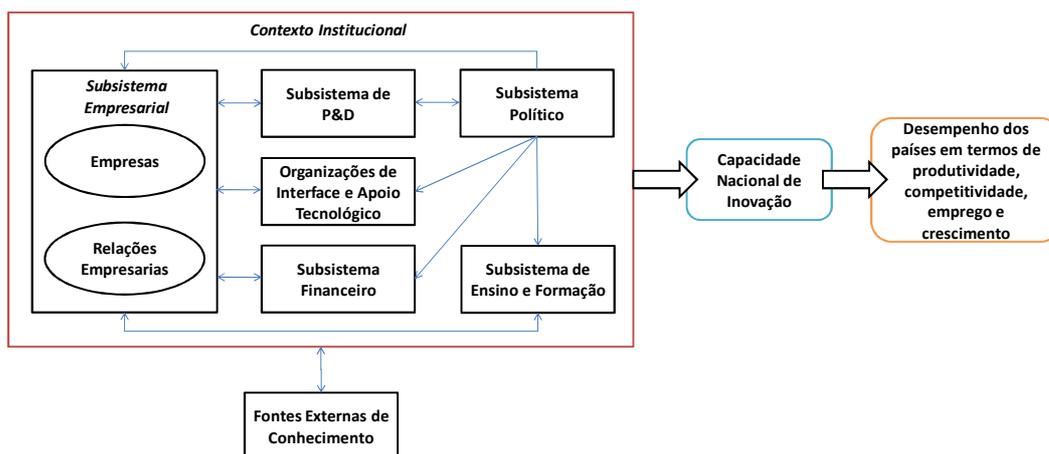


Figura 16 – Representação de um Sistema Nacional de Inovação

Fonte – Adaptado de Marques & Abrunhosa (2005: 24)

Para Johnson & Lundvall (2005) os sistemas de inovação (SIs) não devem ser considerados apenas no sentido *estrito* de instituições de pesquisa e desenvolvimento (P&D), mas no contexto de sistemas nacionais inseridos em sistemas sociais e econômicos mais amplos.

De acordo com Johnson & Lundvall (2005), a razão fundamental para que os pesquisadores começassem a pensar em termos de Sistemas Nacionais de Inovação relaciona-se ao reconhecimento de que a inovação se dá a partir de um ambiente onde distintos atores interagem. Os autores destacam ainda que o conceito de “sistemas nacionais de inovação” abrange e amplia as perspectivas

dos “sistemas nacionais de produção” (que enfatizam características estruturais da economia) e “sistemas nacionais de negócio” (que compreende as dimensões cultural, social e institucional das economias).

Johnson & Lundvall (2005) afirmam que:

“O conceito de sistemas nacionais de inovação é, de certa forma, uma síntese dessas duas perspectivas [de produção e de negócio] tendo em vista que coloca no centro da análise a co-evolução de estruturas econômicas e instituições e a forma como essa co-evolução afeta a produção e o uso do ‘capital intelectual’” (Johnson & Lundvall, 2005: 98).

Ainda em defesa da abordagem dos SNIs, Edquist (2001) considera que há pelo menos duas fortes razões para que se referende as discussões sobre as inovações em termos de sistemas nacionais:

- A primeira é o fato de esse enfoque permitir, com base em evidências empíricas comparativas, analisar as diferentes formas entre vários sistemas nacionais no que se referem aos seus atributos institucionais; investimentos em P&D, e; desempenho.
- Outra razão está diretamente relacionada ao poder e a influência dos Estados Nacionais na definição de políticas públicas que impactam tanto a economia, quanto o processo de inovação¹⁰. Assim, através da análise dos sistemas nacionais de inovação se é possível capturar a importância dos aspectos políticos inerentes ao processo inovativo.

No que concerne à relevância do papel do Governo, Gregersen (1992) argumenta que este ator tem papel proeminente no processo de mudança tecnológica, assumindo diversas funções nos SNIs, como produtor de P&D e recursos humanos, regulador e usuário de inovações. Entretanto, segundo o autor, o papel do Estado em um SNI não se restringe somente ao projeto e implementação de políticas com impacto direto na produção e difusão de inovações, por meio de fomento, regulamentação e demanda por inovações. De forma ampliada, as políticas públicas têm um impacto em todos os subsistemas que compõem o SNI, como o sistema financeiro, o educacional e o mercado de trabalho.

¹⁰ Embora haja uma tendência nos países desenvolvidos relacionada à redução da participação dos Estados Nacionais nas economias, observa-se, em particular no Brasil, a intervenção do Governo Federal no desenvolvimento de políticas e apresentação de mecanismos de fomento orientados à dinamizar a economia e induzir o processo de inovação.

Senker *et alli* (1999: 18 – 22) também fazem apontamentos adicionais acerca do poder e da influência do Estado nos Sistemas Nacionais de Inovação, considerando como funções relevantes:

- A definição e implementação de políticas tecnológicas através de uma gama de instituições governamentais como ministérios, conselhos nacionais de pesquisa e empresas estatais.
- O aporte financeiro à pesquisa industrial realizada em laboratórios do governo, universidade, centros de pesquisa, ONGs, setores militares e de energia.
- O apoio à pesquisa básica nas universidades, criando as bases para a inovação, por meio do investimento na contratação e manutenção de pesquisadores de alto desempenho; viabilização da formação de pessoal de nível superior; provimento de recursos financeiros e infra-estruturais orientados à manutenção da competitividade.
- O estabelecimento de políticas complementares relacionadas à inovação e à tecnologia, como: monitoramento antitruste; realização de consórcios e convênios internacionais; fomento à propriedade intelectual.
- A regulamentação da inovação, estabelecimento dos padrões tecnológicos e proteção aos direitos de propriedade.
- O poder de compra do Estado, enquanto usuário de inovações.

Os economistas industriais acompanham a perspectiva de Senker *et alli* (1999), considerando o Estado enquanto ator privilegiado no processo de indução da mudança tecnológica, capaz de influenciar decisivamente a trajetória dos SNIs. A compreensão do papel do Estado é particularmente relevante para a identificação das singularidades relacionadas ao processo inovativo e suas conseqüências para o desenvolvimento.

A clareza a este respeito permitiria ao *policy maker* avançar nas propostas e implementações de políticas públicas capazes de darem conta dos desafios e oportunidades colocadas à sociedade e à economia. Estas políticas públicas estariam assentadas na ampliação e reforço da capacidade científica, tecnológica e industrial, por meio da mobilização dos processos de aquisição e uso do conhecimento e capacitações produtivas e inovativas como parte fundamental das estratégias de desenvolvimento (CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

- Fronteiras Técnicas/ Tecnológicas:

Após as considerações iniciais acerca da dimensão geográfica, com a discussão sobre os Sistemas Nacionais de Inovação, serão discutidas as características dos sistemas de inovação setorialmente delimitados (ou seja, sistemas que incluem somente uma parte de um sistema regional, nacional ou internacional). Estes sistemas setoriais encontram-se limitados às áreas de determinado produto – podendo ser, mas não necessariamente, restrito a um setor ou produto (SILVESTRE & DALCOL, 2006).

Apesar de o parâmetro técnico ser o principal indicativo para a classificação dos Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs), destaca-se que as fronteiras geográficas também são elementos importantes a serem considerados em boa parte das análises destes sistemas, na medida em que seria um equívoco desconsiderar a estrutura, os agentes e as instituições influentes de um sistema nacional (MALERBA, 2002).

Adicionalmente, analisar os SSIs é particularmente relevante à proposta desta Tese cujo foco é a aplicação de uma metodologia desenvolvida para investigação empírica no âmbito da indústria (ou setor) de construção naval, conforme indicado no Capítulo 1.

- Sistemas Setoriais de Inovação (SSIs)

Segundo Malerba (2002), a teoria que sustenta os Sistemas Setoriais de Inovação (SSI) é similar à abordagem dos Sistemas de Inovação (local, regional e nacional), estando assentada, nas perspectivas de: dinamismo da mudança e transformação dos setores (ciclo de vida industrial); interdependência e complementaridade entre as fronteiras setoriais, denotando relacionamentos entre distintas indústrias; entendimento da inovação enquanto fenômeno complexo e interativo entre vários atores, e; reconhecimento da inovação enquanto processo evolucionário de aprendizagem e obtenção de conhecimento.

Para Silvestre & Dalcol (2006), os SSIs focam a inovação em uma indústria específica, concentrada dentro dos limites setoriais. A abordagem de SSI se apropria de uma visão multidimensional, integrada e dinâmica de setores a fim de analisar a inovação. Tem sua origem no conceito de indústria¹¹ (ou setor),

¹¹ Para Porter (1990) o estudo industrial (ou setorial) visa a analisar o coletivo de empresas que fabricam produtos similares para os mesmos clientes.

tradicionalmente utilizado na economia industrial, na medida em que considera que outros agentes devem ser analisados além das firmas. Esta abordagem dispensa maior ênfase ao conhecimento, à aprendizagem e aos limites setoriais; enfoca as interações de não-mercado assim como as interações de mercado, além de destacar o papel das instituições.

Em termos conceituais, segundo Malerba (2002), um Sistema Setorial de Inovação é:

“[...] a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral system has a knowledge base, technologies, inputs and an existing, emergent and potential demand” (MALERBA, 2002: 250).

Para o autor, os principais *players* que compõem um Sistema Setorial de Inovação incluem:

- Indivíduos (consumidores, empreendedores, cientistas);
- Firmas (usuários, produtores e fornecedores de insumos);
- Organizações Não-Empresariais (Universidades, Institutos de Pesquisa, Agentes Financeiros, Sindicatos e Associações Técnicas);
- Departamentos de grandes organizações, como: P&D ou departamento de produção;
- Grupos de organizações (associações industriais).

De acordo com Malerba (2002), cada um destes atores, individualmente, possui competências específicas de processamento e armazenamento de pacotes de conhecimento, no âmbito de seu contexto institucional intrínseco. Na visão do autor, diferentes agentes sabem fazer distintas atividades de maneiras singulares. Assim, o aprendizado, o conhecimento e o comportamento são entendidos como enraizados na heterogeneidade destes atores, por sua experiência, competência, organização e desempenho diferenciados.

Na abordagem de SSI, a inovação – principal aspecto da análise – pode ser afetada por três fatores-chave (MALERBA, 2003, 2005):

- Conhecimento e domínio tecnológico: Os conhecimentos básicos acerca das atividades de inovação e de produção diferem entre os setores e afetam grandemente as atividades inovadoras, a organização e o comportamento das empresas e outros agentes dentro de um setor.

- Atores e redes: um setor se consiste de atores heterogêneos que são organizações e indivíduos. As organizações podem ser firmas ou não-firmas. Cada um desses atores é caracterizado por processos específicos de aprendizagem, competência, crenças, objetivos e comportamento. As redes representam mecanismos de interação, como processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando que caracterizam os relacionamentos entre os diferentes atores, em relações mercadológicas e/ ou não-mercadológicas; e,
- Instituições: a cognição, as ações e as interações dos agentes são moldadas pelas instituições, que incluem normas, rotinas, hábitos comuns e leis.

Breschi & Malerba (1997) afirmam que os três fatores-chave supracitados podem ser influenciados pelas características básicas dos regimes tecnológicos, definidas em termos do nível de condições de oportunidade, uso das condições e acumulação das inovações e da base de conhecimento.

Bresnahan & Malerba (1999) ressaltam que importante fenômeno que ocorre no âmbito dos SSIs: algumas transformações em setores tradicionais só são possíveis mediante um processo co-evolucionário que incorpora o surgimento de um setor emergente (por exemplo: internet + software + telecomunicações e biotecnologia + fármacos + novos materiais).

Para os autores, este processo de co-evolução setorial envolve a integração e fusão de conhecimentos previamente separados, incorporação de novas tecnologias e novas dinâmicas de relacionamento entre: firmas e consumidores; firmas com diferentes especializações e competências, e; organizações não-mercantis e instituições que se desenvolveram em setores previamente separados (MOWERY & NELSON, 1999).

Finalmente, na visão de Malerba (1999, 2002, 2003, 2005), o conceito de Sistema Setorial de Inovação ainda pode prover uma ferramenta útil em vários aspectos:

- Para a análise descritiva de diferenças e similaridades na estrutura, organização e fronteiras de determinado setor.
- Para uma compreensão plena das diferenças e similaridades nos trabalhos, dinâmicas e transformações dos setores;

- Para a identificação dos fatores que afetam a inovação, o desempenho comercial e a competitividade das firmas e países em diferentes setores, e;
- Para o desenvolvimento de propostas de políticas públicas.

3.4.

Críticas e limitações da abordagem de Sistemas de Inovação

Nesta sessão serão apresentadas algumas das principais críticas e limitações, evidenciadas na literatura, em relação à abordagem dos Sistemas de Inovação. Os apontamentos estão consolidados em três grupos, a saber:

a. Limitações e críticas gerais sobre os Sistemas de Inovação:

Segundo Edquist (2001), a abordagem dos Sistemas de Inovação apresenta limitações que vão desde questões de natureza teórico-conceitual, até se chegar a questões de ordem empírica. Para o autor, muitos dos conceitos discutidos na literatura são apresentados de forma distinta e inconsistente, tornando a teoria confusa e pouco clara, como é o caso do conceito de *instituições*.

Edquist ainda identifica que a abordagem dos sistemas de inovação é carente em termos de estudos empíricos, orientados a contribuir para a consolidação de uma teoria com sustentação tanto em aspectos de ordem teórico-conceitual, quanto de ordem prática. Para o autor, faltam ainda investigações orientadas à compreensão dos determinantes da inovação.

Para Senker *et alli* (1999), a abordagem dos Sistemas de Inovação apresenta lacunas relacionadas ao fato de se concentrar no lado da oferta e ignorar a demanda pelos consumidores finais e o papel do ambiente influenciando a demanda. Em última instância, a abordagem também não estabelece uma diferenciação entre sistema e ambiente, além de não indicar formas para determinar quais componentes pertenceriam ao sistema e quais estariam fora dele.

Cassiolato & Lastres (2005) indicam que as propostas formuladas por agências internacionais continuam se valendo de uma visão parcial do processo de globalização, o que sugere a idéia de convergência dos processos de desenvolvimento e padronização do espaço econômico global. Daí a proposição de modelos genéricos de SI baseados em *benchmarks* e *best practices*, os quais têm como referência o desempenho de grandes empresas multinacionais e as

instituições de alguns países desenvolvidos. No entanto, a abordagem de sistemas de inovação nega que tanto as tecnologias, quanto as suas formas de promoção, tendam a se tornar globais – não sendo, desse modo, passíveis de generalização.

Tal abordagem nega ainda a possibilidade de existência de instituições-padrão passíveis de réplica. O reconhecimento da especificidade de cada sistema local significa que não há uma única fórmula comum a ser aplicada em todos os casos e implica conjuntos específicos de requerimentos que variam no tempo e podem levar a diversos caminhos (CASSIOLATO & LASTRES, 2005).

Cassiolato & Lastres (2007) entendem que muitas das propostas concernentes aos Sistemas de Inovação são de natureza exclusivamente teórica e que, há um esforço gradativo da literatura, em dar um caráter operacional ao conceito, o que tem levado diversos autores a propor diferentes dimensões, como evidenciado nas idéias de sistemas supranacionais (FREEMAN, 1999), regionais (COOKE & MORGAN, 1998) e setoriais de inovação (MALERBA & ORSENIGO, 1996).

Outro ponto importante a ser observado, segundo Lundvall (2005), é o de que o foco na aprendizagem interativa¹² pode levar a uma subestimação dos conflitos econômicos e de poder, intrínsecos ao processo de inovação. A aprendizagem interativa e a inovação são variáveis compatíveis em jogos em que todos ganham, mas em um contexto global onde o acesso ao conhecimento técnico está cada vez mais restrito – não só pela fraca capacidade de absorção, mas também por complexos programas de proteção da propriedade intelectual –, esta perspectiva pode ser muito utópica.

O autor complementa que o desenvolvimento de privilégios de ordem econômica pode bloquear as possibilidades de aprendizagem e competências existentes podem ser destruídas por motivos políticos relacionados à distribuição do poder (LUNDVALL, 2005).

b. Limitações e críticas aos Sistemas Nacionais de Inovação:

Apesar de sua robustez, Johnson & Lundvall (2005) indicam que a abordagem de sistemas nacionais possui deficiências na forma como tem sido utilizada, principalmente, quando de sua aplicação aos países em

¹² Processo segundo o qual uma série de agentes se comunicam e sempre cooperam na criação e utilização de novo conhecimento economicamente útil.

desenvolvimento, como é o caso do Brasil. Para os autores, o acervo de conhecimento disponível sobre sistemas de inovação está baseado, em sua maior parte, em análises de SIs de países desenvolvidos.

Johnson & Lundvall (2005) e ainda alguns aspectos limitados da abordagem dos SNIs:

“Um aspecto dessa abordagem é que tem sido utilizada como um conceito *ex post* e não *ex ante*, que descreve e compara sistemas de inovações relativamente robustos, que contam com instituições e infraestrutura de apoio a atividades de inovação bem desenvolvidas. Não tem sido aplicada, na mesma extensão, ao desenvolvimento [de novos ou ao fortalecimento] de sistemas” (JOHNSON & LUNDVALL, 2005: 100 – 101).

Em relação ao ponto supracitado, Lundvall (2005) complementa que:

“[...] the systems of innovation approach pointed out a number of its weaknesses. It has been used mainly as an ex-post rather than as an ex-ante concept. It has been used to describe and compare relatively strong and diversified systems with well developed institutional and infrastructure support of innovation activities. Usually the perspective has been that innovation processes are evolutionary and path dependent and systems of innovation evolve over time in a largely unplanned manner” (Lundvall, 2005: 29).

Johnson & Lundvall (2005) sugerem um novo olhar sobre a questão dos sistemas de inovação, considerando que se os SNIs do hemisfério sul são tidos como relativamente fracos, o foco deveria ser na direção da criação e promoção de sistemas. Neste sentido, recomenda-se uma adaptação da abordagem de sistemas de inovação à situação dos países em desenvolvimento. Os autores destacam que o caráter holístico e sistêmico da abordagem, bem como o seu foco no conhecimento tácito baseado na produção e no aprendizado deve tornar possível a implementação de tais adaptações.

A este respeito Lundvall (2005) assevera que a abordagem dos sistemas de inovação não tem sido aplicada à construção de um sistema. Para o autor, quando aplicada ao hemisfério sul, o foco precisa ser deslocado em direção à construção e promoção do sistema, levando-se em consideração que a política de inovação deve ser uma atividade consciente que precisa estimular e suplementar o desenvolvimento espontâneo de um sistema de inovação.

Outra consideração a ser feita, extrapola o processo de geração e difusão da tecnologia. É válido destacar que apesar de, segundo Freeman (2005), os SNIs propiciarem uma “melhor compreensão das múltiplas variáveis relacionadas ao processo de inovação tecnológica”, sua abordagem enfatiza prioritariamente o

processo do desenvolvimento da inovação, desprivilegiando as consequências destas inovações, em sentido amplo.

Além disso, na visão de Lundvall (2005), as relações entre a globalização e os sistemas locais e nacionais precisam ser mais investigadas. É importante saber mais sobre como processos de globalização afetam as possibilidades de construção e apoio nacional e os sistemas locais de inovação nos países em desenvolvimento.

A aquisição e adaptação das tecnologias capazes de conduzir os países à liderança são importantes chaves para o desenvolvimento. A combinação de engenharia reversa; licenciamento; envio de estudantes para o exterior; convite para empresas estrangeiras e especialistas internacionais, e; envolvimento na colaboração científica podem ser dimensões difíceis de conseguir, mas todos esses elementos devem ser considerados na construção do sistema nacional de inovação. Na construção desse sistema o maior desafio é o de desenvolver estratégias nacionais, que tornam possível a escolha das tecnologias e das instituições no exterior que apóiam à inovação e a construção de competências (LUNDVALL, 2005).

c. Críticas aos Sistemas Setoriais de Inovação:

De acordo com Cassiolato & Lastres (2007) existem diferenças entre uma perspectiva estritamente setorial da inovação e a abordagem sistêmica. Para os autores, a visão setorial não captura a situação onde as fronteiras dos setores produtivos encontram-se em mutação, tornando-se fluidas. Os autores questionam também as formas tradicionais de mensurar e avaliar atividades econômicas agrupando-as em setores, principalmente dada a heterogeneidade das organizações e suas estruturas produtivas e inovativas existentes dentro de um mesmo setor. Adiciona-se a esta condição a tendência tanto à incorporação de conhecimentos avançados e crescentemente multidisciplinares, como à convergência das funções e aparatos tecnológicos de vários segmentos até então desvinculados entre si. Tais tendências são particularmente marcantes em situações de transformações técnico-econômicas radicais e abrangentes – como nas mudanças de paradigma (LASTRES *et alli*, 2006).

Marques (1999 *apud* Cassiolato & Lastres, 2007: 157), por exemplo, utiliza a produção de tomates para mostrar como as novas tecnologias afetam

todas as etapas da cadeia produtiva, sugerindo que a produção deste bem depende e se articula profundamente com a produção de diversos setores, tornando pouco relevante a sua classificação como um produto agrícola:

“[...] agora, antes de plantar tomates são necessários muitos planos, desenhos, tabelas e roteiros para produzir as sementes geneticamente tratadas, os fertilizantes, o plantio geométrico, a colheitadeira, o sistema de seleção eletrônica, os recipientes e seus meios de transporte, etc. ... – o tomate é um produto *high-tech!*”.

Cassiolato & Lastres (2007) apontam que com a alta difusão das novas tecnologias base do novo padrão (TICs, biotecnologia, engenharia genética e materiais avançados) mesmo setores considerados tradicionais podem apresentar-se como intensivos em tecnologias de ponta. Para os autores, isto evidencia a inadequação da forma como são definidos os setores econômicos. Apesar de o conhecimento já acumulado sobre as trajetórias setoriais continuarem relevantes, tanto a produção quanto a inovação são cada vez mais influenciadas pelo conhecimento e as capacidades de diferentes atividades produtivas e áreas científicas e tecnológicas.

Devido às dificuldades em mensurar os conhecimentos de variadas origens, utilizados em diferentes setores, continua-se tratando tais setores do mesmo modo que quando as classificações foram concebidas. Portanto, mesmo que sejam adicionadas novas atividades e setores àqueles que fazem parte dos sistemas estatísticos dos diferentes países, mostra-se crescentemente difícil continuar usando estas categorias sem questioná-las (LASTRES *et alli*, 2006).

As principais conclusões dessa discussão contribuem para ressaltar a necessidade de um referencial que dê conta dos novos desafios.

3.5.

Sumário Conclusivo do Capítulo 3

No Capítulo 3 foram discutidos e apresentados os principais aspectos concernentes à abordagem dos Sistemas de Inovação, como:

- A centralidade do foco na inovação e nos processos de aprendizagem;
- A adoção de uma perspectiva holística e interdisciplinar;
- A ênfase na interdependência e não-linearidade;

- A abrangência de inovações de produtos e processos, além de subcategorias destes tipos de inovação;
- A ênfase no papel central das instituições;
- A difusão conceitual;
- A estrutura conceitual ou ‘abordagem’, em detrimento a uma teoria formal.

Dada a complexidade dos conceitos, características e desafios intrínsecos a esta abordagem, procurou-se desenvolver um arcabouço teórico, simultaneamente, robusto e útil, capaz de sustentar a proposição da metodologia a ser aplicada na investigação empírica na indústria Brasil de construção naval.

No Capítulo 4 será apresentada uma análise técnica da indústria de construção naval no Brasil.